

# Les régions naturelles du bassin de la Sofia (Nord ouest de Madagascar)

**Alex FRANC**

CIRAD – UR Acridologie

F 34 398 Montpellier

Tel : + 33 4 67 59 38 69

Fax : + 33 4 67 59 38 72

[alex.franc@cirad.fr](mailto:alex.franc@cirad.fr)

mots clés : Madagascar, région naturelle, géographie, cartographie

key words : Madagascar, ecoregion, geography, cartography

## Introduction

Madagascar de part sa géologie, son étirement en latitude et la présence d'une ligne de relief d'altitude courant du Sud au Nord présente une large diversité de milieux (Wilmé *et al.*, 2006). Cette diversité associée à l'isolement insulaire a permis le développement d'une faune et d'une flore endémique exceptionnelle (Myers *et al.*, 2000). Tout travail d'écologie de terrain à Madagascar doit prendre en compte cette diversité de milieux. Une carte des régions naturelles existe à l'échelle de l'île (Anonyme (FTM), 1989), mais elle devient imprécise à une échelle régionale.

L'objet de notre travail cartographique est un nouveau découpage en régions naturelles d'une région du Nord-Ouest de l'île, le bassin de la Sofia (50 000 km<sup>2</sup>). L'intérêt biologique sous-jacent était l'étude des populations d'un insecte devenu un ravageur des cultures de premier plan, le criquet nomade *Nomadacris septemfasciata* (Serville, 1838). En effet depuis 1999, cette région a été le théâtre de pullulations sans précédent de criquet nomade. Ce locuste pullule et ravage les cultures en formant des bandes larvaires et des essaims qui peuvent coloniser de vastes territoires (Franc *et al.*, 2005). Pour comprendre ce nouveau phénomène, il a fallu déployer un dispositif de terrain dans des milieux contrastés. Il a donc fallu découper le bassin de la Sofia en unités territoriales écologiquement homogènes, les régions naturelles. Le découpage national proposé par le FTM différencie seulement 8 régions naturelles dans le bassin de la Sofia, alors que nous en distinguons 38. Ceci a permis d'appréhender l'environnement de l'insecte, au sens du milieu physique influençant la dynamique d'un organisme vivant.

## Limites du bassin de la Sofia

Le bassin de la Sofia est bordé au Nord à l'Est et au Sud par des reliefs de hauteurs inégales. Au Nord le Tsaratanana, point culminant de Madagascar, dont le sommet (Maromokotro) atteint 2876 m. Au Sud la série des *Tampoketsa* du Beveromay (1292 m) et de l'Analamaitso (1301 m) sépare le bassin de la Sofia des Hauts plateaux. A l'Est, la limite de partage des eaux des deux versants malgaches sépare le bassin de la Sofia de la côte Est. Le point bas de cette ligne de crête passe par le seuil d'Antsiatsiaka à seulement 850 m. L'ensemble du bassin est ouvert à l'Ouest vers le Canal du Mozambique et se termine par une côte découpée par des baies en terrain sédimentaire. La géographie du bassin de la Sofia a rarement été décrite. Seul Danloux (1970) étudie le fonctionnement hydrologique des principales rivières du bassin.

## Méthodologie

Notre découpage résulte d'observations de terrain réalisées entre 2004 et 2007. Les missions de terrain au sol ont permis d'appréhender le milieu physique. Six couches d'informations ont été croisées pour obtenir un premier découpage général à l'aide du logiciel ArcGIS® (voir ci-dessous). Les frontières obtenues ont ensuite été précisées et validées par des survols aériens (30 h de vol au total).

## Résultats

Le découpage abouti donc à 38 régions naturelles fondamentales reprises dans le tableau 1 et cartographiées (fig. 1). La description des régions naturelles peut se faire au travers des six couches d'informations géographiques utilisées.

La région se divise en deux parties géologiques, la zone sédimentaire à l'ouest et la zone cristalline à l'est (Besairie, 1973). Cette division fondamentale est ensuite précisée par l'étude des paysages ou la géomorphologie. Petit (1998) décrit les principaux paysages de la Sofia. Sur le

socle cristallin se distinguent clairement les *Tampoketsa*<sup>1</sup> au Sud et leur prolongement que sont les plateaux faîtières orientaux qui séparent les versants est et ouest. Viennent ensuite les hauts massifs granitiques du Haut-Androna et le relief cristallin du Tsaratanana. Les pénéplaines de moyenne à basse altitude du Bas-Androna et du Boïna complètent les paysages du socle. Dans la zone sédimentaire, quatre successions majeures apparaissent, le fossé dépressionnaire (vaste dépression alluvio-lacustre depuis Ambato-Boeny jusqu'au nord d'Antsohihy), une série de *cuestas*<sup>2</sup> suivie par des plateaux sédimentaires inclinés vers le canal du Mozambique, enfin le littoral soit sableux soit karstique.

Les trois domaines climatiques présents dans la Sofia et définis par Dufournet (1972) permettent d'affiner le découpage de la partie cristalline selon l'influence du climat humide permanent de l'Est. Ce climat humide a des influences marquées sur les plateaux faîtières orientaux avec des pluies de saison sèche parfois abondantes. Les hauteurs (Tsaratanana et *Tampoketsa*) ont un climat tropical d'altitude avec des hivers froids. Mais c'est le climat tropical à deux saisons contrastées de l'ouest qui domine sur l'essentiel du bassin de la Sofia (les pénéplaines et toute la zone sédimentaire). En début de saison des pluies, c'est la première zone de l'île concernée par la Mousson. Les pluies sont abondantes entre novembre et avril (1300 à 1800 mm). La saison sèche est stricte pendant 6 à 7 mois et les températures sont hautes toute l'année (maximums moyens supérieurs à 30°C toute l'année). L'évapotranspiration est aussi la plus forte de l'île.

Le gradient géomorphologique et climatique entre l'est et l'ouest a des influences sur les sols. Hervieux (1967) distingue un gradient entre les sols ferrallitiques des climats plus humides du Haut-Androna et du rebord oriental de la Sofia, avec les sols ferrugineux tropicaux de basse altitude. Ajoutons à ces deux types fondamentaux les sols peu évolués (lithosols) surtout présents sur les massifs granitiques et les sols d'apport (alluvions riches) qui sont très étendus dans la dépression alluvio-lacustre sédimentaire (vallée de la Bemarivo).

Les cours d'eau du bassin sont orientés vers le canal du Mozambique. Le seuil d'Antsiatsiaka, topographiquement affaissé, est le point bas de la ligne de partage des eaux entre l'Est et l'ouest. Les principaux systèmes hydrographiques sont représentés dans la Sofia :

- Les systèmes exoréiques couvrent la majeure partie du bassin. L'exutoire est le canal du Mozambique (Danloux, 1970).
- Les systèmes aréiques existent localement sur les dalles calcaires des plateaux sédimentaires côtiers. La majeure partie de ce domaine est représentée par le karst côtier partiellement ennoyé (Rossi, 1980).
- Les systèmes endoréiques purs n'existent pas. Cependant dans le fossé sédimentaire de Manpikony à Port Bergé, puis entre Antsohihy et le fleuve Maevarano, les eaux se concentrent dans les marécages et les lacs. L'endoréisme est partiel puisque des exutoires fonctionnent lors de fortes crues (Battistini, 1996).

La zone est marquée par deux grands bassins versants (Chaperon *et al.*, 1993), le bassin de la Loza et celui de la Sofia au sud. La Loza est une *ria*<sup>3</sup> qui fait converger plusieurs rivières (Tsinjomorona, Doroa, Ankofia) qui s'assèchent quasiment en fin de saison sèche entre octobre et décembre. Ces rivières ont un dénivelé très fort dans leur première partie qui s'affaiblit ensuite sur les 90% restant de leur cours. La Sofia draine de fortes rivières (Bemarivo, Anjombony) descendues des hautes terres qui coulent en permanence avec des crues entre février et mars.

La composition et la structure du tapis végétal sont la résultante de l'ensemble des influences géophysiques. Dans l'ensemble du bassin, le climax est forestier. La pratique ancestrale de la culture sur abattis-brûlis (*tavy* en malgache) a progressivement entraîné une diminution des surfaces forestières et une diversification des faciès de dégradation (Green & Susman, 1990). Au cours des 50 dernières années, le climax forestier a laissé la place à des milieux ouverts fortement anthropisés. La classification du tapis végétal de Humbert & Cours-Darne (1965) permet de distinguer quatre types fondamentaux de climax forestiers. Pour chacun d'eux, l'anthropisation plus ou moins intense permet de distinguer certaines zones :

- La sylvie à lichens est le climax d'altitude sur les contreforts du Tsaratanana et sur les plateaux de l'Ambiniviny et du Marovoalava.

---

<sup>1</sup> Pénéplaines latéritiques de grande surface (plusieurs milliers de km<sup>2</sup>) souvent isolées de plusieurs centaines de mètres du pays environnant et témoins d'une érosion polycyclique. Les *tampoketsa* sont des niveaux d'aplanissement fondamentaux à Madagascar. Ils se répartissent sur le versant nord et nord-ouest des hautes terres et sont séparés les uns des autres par des vallées encaissées.

<sup>2</sup> Relief dissymétrique constituée d'un côté par un talus à profil concave (le front), en pente raide et, de l'autre, par un plateau doucement incliné en sens inverse (le revers). Les *cuestas* sont situées aux bordures des bassins sédimentaires.

<sup>3</sup> Entrée de mer dans les terres.

- La forêt ombrophile sempervirente représente le climax à des altitudes plus basses (500 à 1500 m) sur les rebords orientaux de la Sofia. Suite à la pratique de la culture sur abattis-brûlis (*tavy* en malgache), les faciès de dégradation sont nombreux, notamment la forêt secondaire (*savoka* en malgache) à *Ravenala madagascariensis* Sonnerat. Dans les zones plus anthropisées comme le seuil d'Antsiatsiaka, la savane basse à *Imperata* sp. domine. La pseudo-steppe à *Aristida similis* Baker s'installe durablement sur les sols squelettiques des reliefs mouvementés.
- La forêt dense tropophile à *Dalbergia-Commiphora-Hildegardia* est le climax en basse altitude dans le Bas-Androna. Malgré la pratique de l'abattis-brûlis, aucune protection significative n'a été prise. La forêt a donc été brûlée aux dépens de la riziculture pluviale, entraînant une diversification des successions végétales secondaires : forêt dégradée, *savoka* plus ou moins dense et zones herbeuses. La disparition de cette forêt est une des raisons principale du déclenchement des pullulations du criquet nomade, via la création de zones favorables à la ponte et l'ouverture de couloirs de déplacement pour le criquet (Franc, 2007).
- Enfin sur les plateaux sédimentaires, la forêt xérophile représente le climax forestier. La hauteur dépasse rarement les 12 m. Seuls quelques grands arbres dominant la futaie : *Adansonia* L., *Delonix regia* (Bojer) Hook., *Diospyros* L. et des *Acacia* Mill.. Sur les sables blancs siliceux cette forêt est encore plus basse et n'a pas un recouvrement total. Cette forêt est aujourd'hui de plus en plus rare. La savane anthropique domine, jusqu'à la steppe extensive sur des sols caillouteux calcaires squelettiques. Les dépressions comblées de sables roux sont parfois aménagées en rizières ou alors colonisées par une savane moyenne à *Heteropogon contortus* (L.) Beauv. et *Bismarckia nobilis* Hildebrandt & H. Wendl..

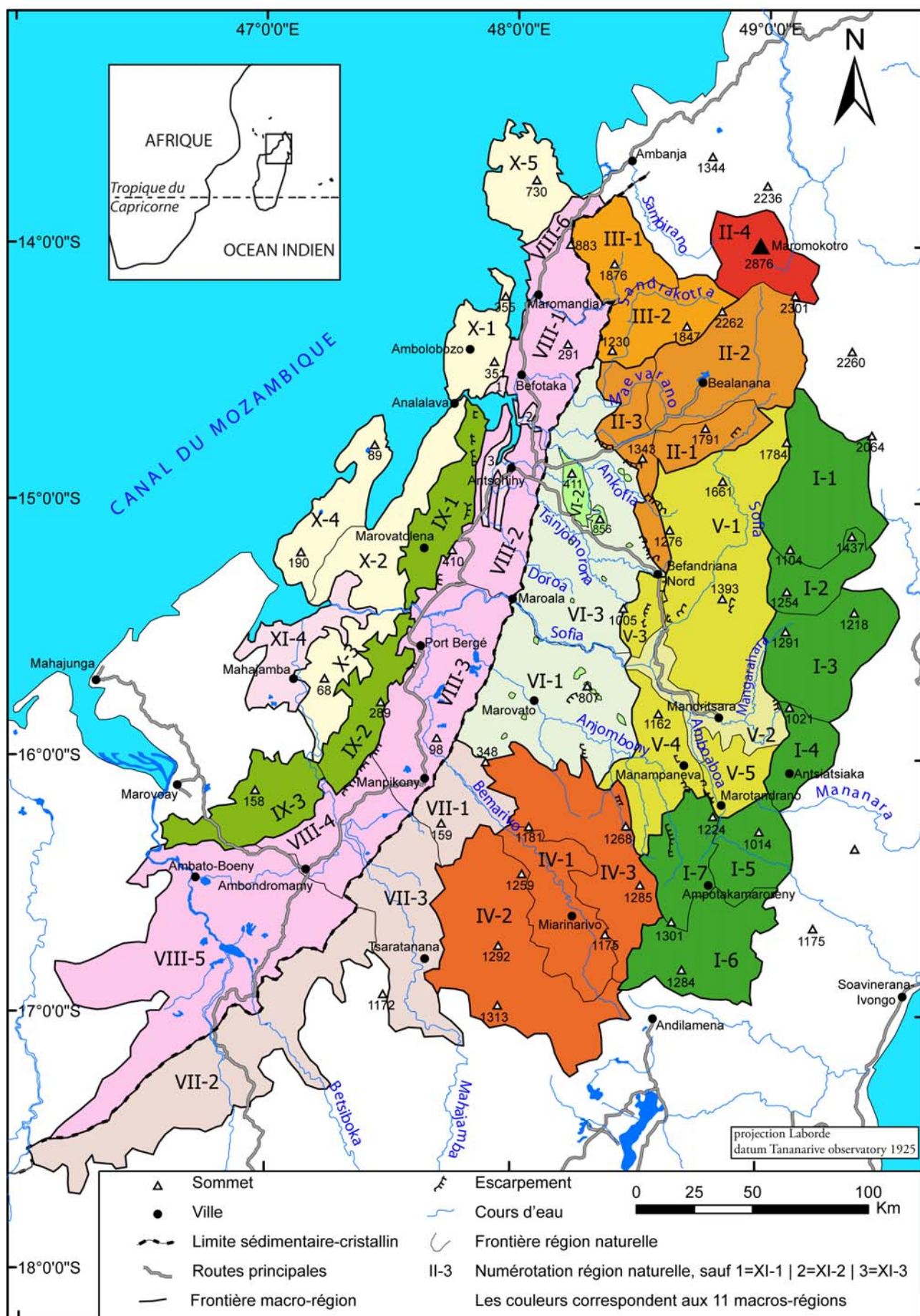
## Conclusion

Les 38 régions naturelles ont permis de stratifier dans l'espace l'échantillonnage des populations de criquet nomade. Cette carte peut maintenant être utilisée pour d'autres études écologiques aussi variées que la répartition de différents taxons, l'étude de migrations ou la préservation de zones menacées. Un découpage du reste de la Grande île à cette échelle est tout à fait envisageable à l'avenir et complèterait parfaitement les travaux de Cornet (1976). Enfin l'aide de la télédétection à moyenne ou basse résolution pourrait aussi fournir des informations utiles sur des indicateurs écologiques globaux (Olson *et al.*, 2001).

Tableau 1 : Régions naturelles de la Sofia et caractéristiques physiques élémentaires.

| Numéro | Macro région                 | Région naturelle  | Substrat | Domaine climatique | Altitude maximale | Altitude minimale | Surface (km²) |
|--------|------------------------------|---|----------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| I      | Plateaux faîtières orientaux | I-1 Bezavona, I-2 Bevitsika, I-3 Makira<br>I-4 Seuil d'Antsiatsiaka, I-5 Vohibarika, I-6 Marovoalava, I-7 Ambiniviny  | C        | Est                | 2064              | 500               | 10 751        |
| II     | Ankazina                     | II-1 Analavory, II-2 cuvette Ankazina, II-3 Piémont Ankazina, II-4 Haut Tsaratanana   | C        | Htes Terres        | 2876              | 750               | 6 042         |
| III    | Piémont Tsaratanana          | III-1 Manongarivo, III-2 Haute vallée Sandrakota  | C        | Ouest              | 2262              | 400               | 2 610         |
| IV     | Tampoketsa                   | IV-1 Haute vallée Bemarivo, IV-2 Beveromay, IV-3 Analamaitso  | C        | Htes Terres        | 1313              | 400               | 8 774         |
| V      | Haut Androna                 | V-1 Massif Haut Androna, V-2 Dépression de Mandritsara, V-3 Anamontana, V-4 Crêtes granitiques du haut Anjombony, V-5 Haute vallée de l'Amboaboa  | C        | Ouest              | 1784              | 300               | 8 982         |
| VI     | Pédiplaine du Bas Androna    | VI-1 Moyenne vallée de l'Anjombony, VI-2 Massif Bora, VI-3 Plaines du versant de la Loza, VI-4 Inselbergs granitiques (13 éléments)   | C        | Ouest              | 751               | 70                | 8 154         |
| VII    | Pédiplaine Boina             | VII-1 Moyenne vallée Bemarivo, VII-2 Piémont Tampoketsa, VII-3 Haute vallée Mahajamba   | C        | Ouest              | 1172              | 150               | 8 044         |
| VIII   | Fossé sédimentaire           | VIII-1 Ankofia – Manongarivo, VIII-2 Maroala – Ankofia, VIII-3 Manpikony – Maroala, VIII-4 Moyenne vallée Mahajamba, VIII-5 Dépression d'Ambato-Boeny, VIII-6 Couloir Maromandia – Ankaramibe | S        | Ouest              | 291               | 0                 | 15 882        |
| IX     | Cuestas Plateaux             | IX-1 Manasamody, IX-2 Bongolava, IX-3 Ankarafantsika  | S        | Ouest              | 410               | 80                | 4 071         |
| X      | sédimentaires côtiers        | X-1 Presqu'île d'Amboloboza, X-2 Bas plateau du Manasamody, X-3 Bas plateau du Bongolava, X-4 Littoral karstique, X-5 Presqu'île d'Ampasindava  | S        | Ouest              | 730               | 0                 | 6 651         |
| XI     | Domaine côtier               | XI-1 Estuaire de la Maevarano, XI-2 Estuaire de l'Ankofia, XI-3 Estuaire de la Doroa, XI-4 Baie de la Mahajamba   | S        | Ouest              | 38                | 0                 | 1 650         |
|        |                              |   |          |                    |                   | Surface Totale    | 81 611        |

La numérotation des régions renvoie à la figure 1, sauf pour les régions côtières XI-1, XI-2 et XI-3 numérotées respectivement 1, 2 & 3  
Substrat : C (Cristallin), S (Sédimentaire)



## Bibliographie

1. **Anonyme (FTM).** - *Madagasikara : Carte des régions naturelles. Madagascar.* Echelle : 1:1 000 000. Dressée en 1989. - FTM : Tananarive.
2. **Battistini, R.,** 1996. - *Paléogéographie et variété des milieux naturels à Madagascar et dans les îles voisines : quelques données de base pour l'étude biogéographique de la "région malgache"* - Colloque International Biogéographie de Madagascar. Orstom. Paris du 26-28/09/1995. - Actes publiés sous la direction de Lourenço, W. R. (Ed. Sc.), Coll. Colloques et Séminaires, ORSTOM éditions : Paris. - p. 1-17.
3. **Besairie, H.,** 1973. Précis de géologie malgache. - *Ann. Géol. Mad.* 1- 141
4. **Chaperon, P., Danloux, J. & Ferry, L.,** 1993. *Fleuves et rivières de Madagascar.* Coll. : Monographies hydrologiques n° 10- ORSTOM : Paris. 874p.
5. **Cornet, A. & Guillaumet, J.-L.,** 1976. Divisions floristiques et étages de végétation à Madagascar. - *Cahiers de l'ORSTOM série Biologie*, **11**(1) : 35- 42
6. **Danloux, J.,** 1970. *Etudes Hydrologiques dans la région de Befandriana - Mandritsara. Résultats de la campagne 1968-69.* - ORSTOM : Tananarive. 148p.
7. **Dufournet, R.,** 1972. Régimes thermiques et pluviométriques des différents domaines climatiques de Madagascar. - *Revue Géographique de Madagascar*, **20** : 25- 113
8. **Franc, A.,** 2007. - *Impact des transformations mésologiques sur la dynamique des populations et la grégarisation du Criquet nomade dans le bassin de la Sofia (Madagascar).* Université Paul Valéry : Montpellier (soutenance : 25/10/2007). - XVIII + 408 p.
9. **Franc, A., Rabesisoa, L. F., Luong-Skovmand, M. H. & Lecoq, M.,** 2005. Phase polymorphism in the red locust *Nomadacris septemfasciata* (Orthoptera: Acrididae) in Madagascar. - *International Journal of Tropical Insect Science*, **25**(3) : 182- 189
10. **Green, G. M. & Susman, R. W.,** 1990. Deforestation History of Eastern Rain Forests of Madagascar from Satellite Images. - *Science*, **248** : 212- 215
11. **Hervieu, J.,** 1967. Géographie des sols malgaches. - *Cahiers pédologique de l'ORSTOM*, **5**(1) : 39- 82
12. **Humbert, H. & Cours Darne, G.,** 1965. *Carte internationale du Tapis Végétal : Notice de la carte de Madagascar.* Coll. : Extr. Trav. Inst. fr. de Pondichéry, (h.sér. n° 6)- Inst. fr. de Pondichéry . 160p.
13. **Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. B. & Kent, J.,** 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. - *Nature*, **403** : 853- 858
14. **Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., d'Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P. & Kassem, K. R.,** 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: A new map of life on Earth. - *BioScience*, **51**(11) : 933- 938
15. **Petit, M.** - *Présentation physique de la Grande-Île, Madagascar. Carte géomorphologique.* Echelle : 1/1.000.000. Dressée en 1998. - FTM : Tananarive.
16. **Rossi, G.,** 1980. - *L'extrême Nord de Madagascar.* Thèse d'Etat - Edisud. - 439 p.
17. **Wilmé, L., Goodman, S. M. & Ganzhorn, J. U.,** 2006. Biogeographic Evolution of Madagascar's Microendemic Biota. - *Science*, **312** : 1063- 1065